



صدى العلوم

متخصصة بالبحوث العلمية المحكمة

ترخيص رقم 2022/244

مجلة دورية محكمة تعنى بقضايا العلوم النظرية والتطبيقية

الرقم التسلسلي المعياري الدولي لتعريف المطبوعات: ISSN 2959-9423

السنة الأولى
تمـــــــوز
2024

العدد 5

- «مكتومو القيد» في لبنان بين الواقع والقانون / أ.م.د. دانيا دهيني
- الأساليب الأمنية والاستخباراتية في الدعوة النبوية في مرحلتَيْ التأسيس والتحوّل
  د. محمد محسن محمد الحوثي
- حركة المؤرّخين العامليّين في «أعيان الشيعة» / د. حسن محمد إبراهيم
- موقف الاجتهاد والفقه من الرقابة على دستورية القوانين المعدّلة للدستور
  د. هدى سجّاد محمود الخيّاط
- حق المرأة في العمل على ضوء الفكر الإسلامي المعاصر
  فاطمة فوزي الحسيني
- «يعقوبية إسرائيل» بين التراث والتنزيل / السيد حسن حسين الكحم



المحتويات

المزرعة الذَّكيَّة
ودورها في الأمن الغذائيّ والاستدامة البيئيّة

محمود جزّيني(*)

المستخلص

يهدف البحث إلى التّعريف بالمَزارع الذّكيّة، ودورها الحيويّ في تحسين صناعة الزِّراعة الذّكيّة، وتحديد مكوِّناتها الرّئيسة، ما ساهم في فهم أعمق لهذا المجال المتطوّر. كما تطرّق البحث إلى التَّطبيقات العمليَّة للتِّكنولوجيا في المزارع الذّكيَّة، مع التّركيز على كيفيّة تحقيق زيادة في الإنتاجيّة، وتحسين جودة المحاصيل باستخدام التِّقنيّات المتقدّمة. بالإضافة إلى التطرُّق للتَّحدِّيات التي تواجه تبنّي المَزارع الذّكيَّة، مثل التّكاليف العالية، والتحدِّيات البيئيّة، والقيود التشريعيّة. وعلى الرغم من وجود هذه التحدِّيات، إلَّا أنّنا نشدِّد على الفرص الهائلة الّتي يمكن أن تتيحها المَزارع الذّكيَّة في تحسين الإنتاجيّة والاستدامة.

كما يتحدّث عن المستقبل المتوقّع للمزارع الذّكيّة، إذ إنها تؤدّي دورًا مهمًّا في تلبية متطلّبات الأمن الغذائي، وتحسين استدامة الموارد. وفي جانب آخر، أكّد البحث على أهمية دعم الابتكار والاستثمار في هذا المجال لضمان تحقيق مستقبل مزدهر للزّراعة، والمجتمعات وتحقيق أمن غذائيّ بيئيّ مستدام.

(*) باحث في الشأنين الاقتصادي والكنولوجيا الرقمية.

الكلمات المفتاحية

المزارع الذكية، صناعة الزراعة الذكية، زيادة الإنتاجية، جودة المحاصيل، التكاليف العالية، التحديات البيئية، تحقيق أمن غذائي بيئي مستدام.

Abstract

The research aims to introduce smart farms, their vital role in improving the smart agriculture industry, and identify its main components, which contributed to a deeper understanding of this evolving field. The research also touched on practical applications of technology in smart farms, focusing on how to achieve an increase in productivity and improve crop quality using advanced technologies. In addition to addressing the challenges facing the adoption of smart farms, such as high costs, environmental challenges, and legislative restrictions. Despite these challenges, we emphasize the enormous opportunities that smart farms can offer in improving productivity and sustainability.

It also talks about the expected future of smart farms, as they play an important role in meeting food security requirements and improving resource sustainability. On the other hand, the research emphasized the importance of supporting innovation and investment in this field to ensure a prosperous future for agriculture and societies, and to achieve sustainable environmental food security.

Keywords

Smart farming, Smart agriculture, Increased productivity, Crop quality, High costs, Environmental challenges, Resource sustainability, food security.

مقدّمة

في ظلّ التحدِّيات المتزايدة التي تواجه صناعة الزراعة في العصر الحالي، تبرز ضرورة ابتكار حلول متطوّرة تسهم في تحسين كفاءة الإنتاج والاستدامة البيئيّة. ومن بين هذه الحلول المبتكرة يأتي مفهوم المزارع الذّكيَّة، التي تمثِّل تطبيقًا عمليّاً للتِّكنولوجيا في مجال الزّراعة.

تقوم المَزارع الذَّكيَّة على استخدام مجموعة متنوِّعة من التِّقنيَّات المتطوِّرة، مثل الاستشعار من بُعد، الذّكاء الاصطناعيّ، الإنترنت لتحسين إدارة المزارع، وتحقيق أقصى قدر من الإنتاجيَّة والجودة. وتتيح هذه التِّقنيَّات الحديثة رصد البيئة الزِّراعيَّة بدقّة عالية، واتّخاذ القرارات الدّقيقة بناءً على البيانات، ما يسهم في تحسين كفاءة استخدام الموارد، وتحقيق أهداف الزِّراعة المستدامة (العواجي، 2019، ص ص 67ـ78).

ستكشف هذه الورقة البحثيّة المفاهيم الأساسيَّة للمَزارع الذّكيّة، بالإضافة إلى التّطبيقات العمليّة، والفوائد المترتِّبة عليها، وإلى التّحدِّيات الّتي قد تواجه تبنّي هذه التِّقنيّات، والمستقبل المتوقَّع للمزارع الذّكيّة.

الإشكالية

في ظل التحديّات البيئية والاقتصادية التي تواجه قطاع الزراعة اليوم مثل تغيّر المناخ، ندرة المياه، وزيادة الطلب على الغذاء، كيف يمكن لتقنيات المزارع الذكية، التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي والاستشعار من بُعد وإنترنت الأشياء، أن تحدث نقلة نوعية في تحسين كفاءة الإنتاج واستدامة الموارد الزراعية؟ وما هي العوائق المحتملة أمام تطبيق هذه التقنيات؟

هذه الاشكالية تسلّط الضوء في البحث للتعمّق في دراسة التقنيات المستخدمة في المزارع الذكية، ودور التكنولوجيا الحديثة في معالجة التحديّات الراهنة في الزراعة، مع التركيز على الإمكانات والقيود في تبني هذه التقنيات على نطاق واسع.

المنهج المتبّع

تتطلّب طبيعة البحث اعتماد المنهج الوصفيّ التّحليليّ الذي يقوم بدراسة الظّاهرة كما هي في الواقع، ويهتمّ بوصفها وصفًا دقيقًا، ثمّ يعمل على تحليلها، ومقاربتها وفق المعطيات الحاليّة، وبما يمكن أن ينتج عنها مستقبلًا.

1. مفهوم البنية التّحتيّة للمزرعة الذّكيّة

تشير البنية التّحتيّة للمزرعة الذّكيّة إلى الأنظمة والتِّقنيَّات الّتي تمكّن من التّحكُّم

والمراقبة وتحسين عمليَّات الزّراعة باستخدام التّكنولوجيا. وتعتمد هذه البنية على مجموعة من العناصر التّكنولوجيّة التي تتفاعل مع بعضها البعض لتحقيق أهداف محدّدة، مثل زيادة الإنتاجيّة، وتحسين جودة المنتج، وتوفير الموارد الطّبيعيّة، مثل الماء (الشّهري، 2018).

هذه البنية تهدف إلى تحسين الإنتاجية وتقليل التكاليف والمخاطر البيئية، وتوفير بيئة زراعية مستدامة وفعالة.

2. المكوّنات الرَّئيسة للبنية التّحتيّة للمزرعة الذّكيّة

تتضمن البنية التحتية للمزرعة الذكية مجموعة متنوّعة من المكوّنات، تتراوح بين أنظمة الاستشعار الذكية التي تتيح رصد البيئة الزراعية، وصولاً إلى أنظمة التحكّم الآلي والأتمتة التي تسهل عمليات الزراعة بشكل أكثر فعالية ودقة، وتندرج كما يلي:

- **أنظمة الاستشعار الذّكيّة**: تشمل أجهزة استشعار تقنيَّة الإنترنت للأشياء (IoT) التي تُستخدم لرصد عوامل البيئة المختلفة، مثل درجة الحرارة، والرّطوبة، وجودة التّربة، والتّسميد النّباتي.
- **تحليل البيانات والذكاء الاصطناعي**: ويكون من خلال استخدام البيانات التي يتمّ جمعها من أجهزة الاستشعار للتّحليل، واستخراج البيانات القيّمة باستخدام تقنيّات الذّكاء الاصطناعيّ وتعلُّم الآلة. ويمكن أن تساعد هذه البيانات على اتّخاذ القرارات الزراعيَّة بشكل أكثر دقّة وفعاليَّة (Smith, 2020, pp 123-135).
- **أنظمة الريّ الذكي**: تشمل تقنيَّات الريّ الدّقيقة، والريّ بالتّنقيط التي تسمح بتوفير الماء بكفاءة أكبر وتقليل التبذير. وتعتمد هذه الأنظمة على بيانات الاستشعار، والتّحليل الذكي لتحديد احتياجات الماء لكلّ منطقة في الحقل.
- **نظم الأتمتة والتَّحكُّم**: تشمل هذه النُّظم، استخدام التّحكُّم الآلي، والأتمتة في عمليَّات الزِّراعة، مثل الحصاد الآلي، والتّسميد الذكي، ورشّ المبيدات بشكل دقيق.
- **منصّات الإدارة والتَّحكُّم**: توفّر منصّات الإدارة والتّحكّم واجهة للمزارعين



لمراقبة وإدارة جميع العمليّات، والبيانات الزِّراعيَّة بشكلٍ متكامل وفعّال (Smith, 2020).

3. نظام الرَّيّ الذَّكيّ

تُعدّ المَزارع الذَّكيَّة من الابتكارات الحديثة التي تعتمد على التّكنولوجيا لتحسين أداء الزِّراعة، وجعلها أكثر كفاءة واستدامة، وتشمل البنية التّحتيَّة للمزرعة الذّكيَّة مجموعة من الأنظمة والتِّقنيّات، من بينها نظام الرّيّ الذّكيّ الّذي يُعدُّ جزءًا أساسيًّا في تحقيق أهداف المَزارع الذّكيّة. كما يهدف نظام الرّيّ الذّكي إلى استخدام المياه بكفاءة أكبر، وتحسين جودة الإنتاج الزِّراعيّ من خلال تطبيق التّكنولوجيا في عمليّات الرّيّ. ويتكوّن هذا النظام من عناصر عدّة تعمل معًا لتحقيق الأهداف المنشودة، ومنها:

١) **استشعار الرُّطوبة في التّربة**: يتضمّن هذا النِّظام استخدام أجهزة استشعار الرُّطوبة المثبتة في التُّربة لقياس مستوى الرُّطوبة بدقّة. على سبيل المثال، عندما يصبح محتوى التُّربة منخفضًا جدًّا، يقوم النِّظام بتشغيل نظام الرّيّ لتوفير الماء بشكل تلقائيّ. تتكوّن هذه الأجهزة من مجسّات تُثبت في التربة عند عمق محدّد، وتقوم بقياس محتوى الرطوبة في المنطقة المحيطة بها. يتمّ توصيل هذه المجسّات بأنظمة الرصد والتحكّم في المزرعة، حيث يتمّ تحويل القراءات إلى بيانات رقمية يمكن قراءتها وتحليلها من بُعد.

٢) **استخدام البيانات الجوّية**: يتمّ تضمين محطّات الرصد الجوّي في النّظام، جمع بيانات عن درجات الحرارة، وسرعة الرِّياح، ونسبة الرُّطوبة في الهواء. ويمكن استخدام هذه البيانات لضبط جداول الرّيّ بشكل أكثر دقّة وفعاليّة.

٣) **الرّيّ بالتّنقيط أو الرّشّ الدّقيق**: يعتمد النِّظام على تقنيّات الرّيّ بالتّنقيط، أو الرّشّ الدّقيق لتوفير الماء بشكل محدّد ودقيق لكلّ النّبات، ما يساعد على تقليل التَّبذير، وزيادة كفاءة استخدام المياه.(Wang, 2019, pp 278-291)

٤) **الري الذّكي**: هو نهج متطوّر في استخدام الماء في الزراعة، حيث يتمّ تطبيق تقنيّات مبتكرة لتحسين كفاءة استخدام المياه وتحقيق توزيع متساوٍ وفعّال للمياه على النباتات. بهدف تقليل التبذير وتوفير الماء للمحاصيل، ما يساهم

في زيادة الإنتاجية وتقليل التكاليف والمخاطر البيئية.

تتضمن تقنيّات الريّ الذّكي العديد من الطرق والأساليب، منها:

- **الري بالتنقيط (Drip Irrigation)**: يتمّ فيه توجيه المياه بشكل مباشر إلى جذور النباتات عبر أنابيب صغيرة مثقبة، ما يسمح بتوفير المياه بشكل دقيق وتقليل التبذير.
- **الريّ بالرش (Sprinkler Irrigation)**: يتمّ فيه استخدام رشاشات لتوزيع الماء على الأرض بشكل متساوٍ، ويمكن ضبطها لتوفير كميّات محددة من الماء وتجنّب الهدر.
- **الري بالتقطير (Micro Irrigation)**: يتمّ فيه استخدام أنظمة تقطير صغيرة لتوفير كميّات دقيقة من الماء مباشرة إلى منطقة الجذور، ما يقلّل من فقدان المياه بالتبخّر.
- **الري الجوفي (Subsurface Irrigation)**: يتمّ فيه توجيه المياه مباشرة إلى التربة تحت سطح الأرض، ما يقلل من فقدان المياه بالتبخّر، ويزيد من كفاءة استخدام الماء.

من الأمثلة على فوائد الريّ الذّكي، يمكن الإشارة إلى:

- زيادة معدلات الإنتاجية للمحاصيل.
- تقليل استهلاك المياه وتكاليفها.
- تحسين جودة الأراضي والحفاظ على الموارد الطبيعية.
- تقليل التلوّث الناجم عن استخدام المبيدات والأسمدة بفعل التركيز الأكبر للمياه على مناطق الجذور (Smith, 2020).

4. إضاءة (LED) الذّكيّة

هي تقنيّة متطوِّرة تستخدم في المزارع الذّكيَّة لتحسين نموّ النّباتات، وزيادة الإنتاجيّة الزّراعيّة، وتعتمد هذه التِّقنيَّة على استخدام مصابيح (LED)، ذات الطّيف الضوئي المناسب لنموّ النباتات، والتَّحكُّم فيها بشكل دقيق لتلبية احتياجاتها في مختلف مراحل

نموِّها، ما يساعد على تحسين جودة المحاصيل، وزيادة الإنتاجيّة الزِّراعيّة. وتستخدم هذه التِّقنيَّة أنظمة تحكُّم ذكيّة لضبط شدّة الضّوء والتّوقيت والطّيف الضّوئي بناءً على تلك الاحتياجات وظروف البيئة المحيطة، وتَستخدم هذه التقنية أنظمة تحكّم ذكية لضبط شدّة الضوء والتوقيت والطيف الضوئي بناءً على احتياجات النباتات وظروف البيئة المحيطة. وبذلك، يتمّ توفير الإضاءة المثالية للنباتات في كل مرحلة من مراحل نموّها، ما يساهم في تعزيز عملية التنمية والإنتاج النباتي.

أمثلة على فوائد إضاءة (LED) الذكية:

- تحسين نمو النباتات داخل المحميات الزراعية مثل البيوت الزراعية.
- زيادة إنتاجية المزارع وتقليل فترة النمو.
- توفير الطاقة بفضل كفاءة الإضاءة واستخدام الطاقة المنخفضة لمصابيح (LED).
- تحسين جودة المنتج النباتي بفضل التحكم الدقيق في الضوء (Qiang, 2010, p 45).

أمثلة على استخدام إضاءة (LED) في مزارع مختلفة:

- **في مزرعة طماطم داخليّة**: يمكن استخدام إضاءة (LED) الذّكيّة لتوفير الضّوء اللّازم لنموّ النّباتات خلال فصل الشّتاء، أو في المناطق ذات الإضاءة المحدودة.
- **في مزرعة عضويّة**: يمكن استخدام إضاءة (LED) الذّكيّة لمحاكاة طيف الضّوء الطّبيعي، وتعزيز نموّ النّباتات من دون الحاجة إلى استخدام المبيدات الكيميائيَّة (Gioia, 2015, pp. 78-79).

5. تكنولوجيا المراقبة والإدارة

إنَّ تكنولوجيا المراقبة والإدارة تؤدّي دورًا حيويًّا في تطوير المَزارع الذّكيَّة، إذ تساعد على رصد العمليات الزّراعيَّة وإدارتها بشكلٍ فعّال، وفي الوقت الحقيقيّ، إذ تعتمد هذه التكنولوجيا على مجموعة من الأجهزة والبرمجيّات المتقدّمة التي تمكّن المزارعين من متابعة أداء المحاصيل ومواردها بشكل دقيق ومستمرّ.

تشمل تكنولوجيا المراقبة والإدارة مجموعة من الأدوات والأنظمة التي تُستخدم

لمراقبة مختلف جوانب العمليّات الزِّراعيّة، مثل المراقبة البيئيّة، والإدارة العمليّاتيَّة، والتّوقيت، والتَّحكُّم في الآلات والمعدّات الزِّراعيّة. ويجري تحليل البيانات التي تمّ جمعها من هذه التّكنولوجيات، لاتّخاذ القرارات الذّكيّة، وتحسين أداء المزرعة بشكلٍ عام (Liakos, 2018, p73).

ومن هذه الأنظمة التكنولوجيّة الداخلة في المزارع الذّكية:

- **أنظمة مراقبة البيئة**: يمكن استخدام أجهزة الاستشعار لرصد درجة الحرارة والرُّطوبة وتركيز غازات الدفيئة داخل المزرعة، ما يساعد على ضبط الظُّروف البيئيّة المُثلى لنموّ النّباتات.
- **نظم إدارة المحاصيل**: تستخدم تقنيَّات المعالجة الصّوريّة، والتّحليل البياني لمراقبة نموّ النّباتات، وتقديم التَّوجيهات للعناية بالمحاصيل، مثل متابعة مراحل النموّ، والتّسميد، والرّيّ.
- **أتمتة العمليّات**: يمكن استخدام الرّوبوتات، والمعدّات الذَّكيّة لأتمتة العمليَّات الزِّراعيّة، مثل الزّراعة، والحصاد، والتّخزين، ما يقلِّل من التّكاليف، ومدّة العمل (Hemming, 2017,pp 120 - 121).

6. المراقبة من بعد

تشيرالمراقبة من بُعد في الزّراعة إلى استخدام التّكنولوجيا لرصد ومراقبة المزارع والمحاصيل من خلال أنظمة الاستشعار من بُعد. وتعتمد هذه التّقنيّة على استخدام الأقمار الصّناعيّة، أو الطّائرات من دون طيّار (الدرونز)، أو أجهزة الاستشعار الأرضيّة لجمع البيانات وتحليلها لتقديم معلومات دقيقة حول حالة المزارع والمحاصيل.

وتتيح تقنيّات المراقبة من بُعد للمزارعين متابعة المحاصيل، والظُّروف البيئيّة بدقّة عالية، ومن خلال أي موقع. كما يمكن جمع البيانات بشكل متكرِّر، وبسهولة لتحليل الأداء، واتّخاذ القرارات الاستراتيجيّة بشأن إدارة المحاصيل (Zhang, 2018, p 749)، ومن أبرز نتائجها:

- **تحديد نقاط الضّعف في المزرعة**: باستخدام الصّور الجوّيَّة من الأقمار

الصّناعيّة، أو الطّائرات من دون طيّار، يمكن تحديد مناطق المزرعة التي تحتاج إلى اهتمام إضافيّ، مثل النّباتات المصابة بالأمراض أو الآفات.

- **تقدير الإنتاجيّة والموارد**: يمكن استخدام البيانات التي تمّ جمعها من المراقبة من بُعد، لتقدير إنتاجيَّة المحاصيل، واستهلاك الموارد، مثل الماء والأسمدة بشكل فعّال.
- **مراقبة الظروف البيئيَّة**: يمكن استخدام الأقمار الصّناعيَّة لمراقبة الظُّروف البيئيَّة، مثل تغيُّرات درجات الحرارة والرُّطوبة والتُّربة، ما يساعد على اتّخاذ قرارات موسّعة حول الإدارة الزّراعيّة (Hengl, 2017).

7. التَّحكُّم المركزيّ

يشير التّحكُّم المركزيّ في الزّراعة إلى استخدام أنظمة تحكُّم آلي لإدارة العمليَّات الزِّراعيّة المختلفة ومراقبتها من مكان واحد أو مركز تحكُّم. ويتمّ ذلك عادةً، من خلال استخدام أجهزة التّحكُّم الآليّ، والبرمجيّات المتخصّصة التي تتيح للمزارعين مراقبة مختلف جوانب الإنتاج الزّراعي وضبطه بشكلٍ فعّال، وفي الوقت الحقيقي.

وتتيح التكنولوجيا المتقدّمة في التَّحكُّم المركزيّ للمزارعين، إدارة ومراقبة مختلف عناصر الإنتاج الزّراعي بشكل مركزيّ، بما في ذلك الرّيّ والتّسميد والإضاءة والتّهوئة، وغيرها من العمليّات المهمّة (مصطفى، 2018، ص 39 – 56).

- **نظام الرّيّ الآلي**: يمكن لنظام الرّيّ الآليّ التّحكُّم بكميّات المياه المراد ريّها، وتوزيع المياه بشكلٍ متساوٍ على المحاصيل باستخدام مستشعرات الرُّطوبة في التُّربة.
- **التَّحكُّم في الإضاءة**: يمكن استخدام أنظمة التَّحكُّم المركزيّ لضبط الإضاءة الاصطناعيّة في المزرعة، بحيث تكون متناسبة مع احتياجات النّباتات في مختلف مراحل نموّها.
- **التَّحكُّم في درجة الحرارة والرّطوبة**: يمكن للمزارعين استخدام أنظمة التّحكُّم المركزيّ لضبط درجة الحرارة، والرُّطوبة داخل المحميّة أو الدّفيئة لتوفير الظُّروف المثلى لنموّ النّباتات (الفقي، 2017، ص ص 65–78).

8. الاستدامة والفوائد

إنَّ استخدام التّكنولوجيا في المَزارع الذّكيَّة يسهم بشكل كبير في تعزيز الاستدامة البيئيّة، والاقتصاديّة، والاجتماعيّة لقطاع الزِّراعة. تعدّ الاستدامة مفهومًا شاملاً تهدف إلى تحقيق التوازن بين الاحتياجات الحالية والمستقبلية، مع المحافظة على الموارد الطبيعية وتحسين جودة الحياة. وتبرز مساهمات استخدام التكنولوجيا، على الشكل التالي:

- **زيادة الإنتاجيَّة:** باستخدام التّكنولوجيا في المَزارع الذّكيّة، يتمّ تحسين إنتاجيّة المحاصيل، وزيادة كمِّيَّات المحصول بشكلٍ ملحوظ نتيجة تحسين إدارة الموارد، والظُّروف المحيطة.
- **توفير الموارد:** يُقلّل التَّحكُّم الدّقيق، والتِّقنيَّات الذّكيَّة في استخدام المياه والأسمدة والطاقة من تكاليف الإنتاج، ويحسِّن كفاءة استخدام الموارد.
- **جودة المنتجات:** يُمكن استخدام التّكنولوجيا لضمان جودة المحاصيل، وتحسين العوامل المحيطة بنموّ النّباتات، مثل التُّربة والماء والهواء، ما يؤدِّي إلى الحصول على منتجات زراعيّة أفضل.
- **تحسين القرارات:** يوفِّر التّحليل البياني والذّكاء الاصطناعي قدرات تحليليّة متقدّمة تساعد المزارعين على اتّخاذ قرارات مستنيرة بناءً على البيانات والتّوقُّعات.
- **الاستدامة البيئيّة:** باستخدام تقنيّات المَزارع الذّكيَّة، يتمّ تقليل استخدام المبيدات والمواد الكيميائيّة الضارّة، وتقليل تلوُّث المياه والتُّربة والهواء.
- **الاستدامة الاقتصاديَّة:** تساهم زيادة الإنتاجيَّة وتقليل التّكاليف، في تحسين الاقتصاد المَزارعي، وتعزيز دخل المُزارعين واستقرارهم المالي.
- **الاستدامة الاجتماعيَّة:** يُعزِّز التّحوُّل إلى المَزارع الذّكيَّة تحسين ظروف العمل والمعيشة للعمَّال الزِّراعيّين، وتعزيز العدالة الاجتماعيّة في المجتمعات الرّيفيّة. (Mulla, 2013, pp 358 - 371)



باختصار، تُعدّ المَزارع الذّكيَّة مفتاحًا لتحقيق الاستدامة في الزِّراعة، إذ توفِّر فوائد اقتصاديّة وبيئيّة واجتماعيّة متعدّدة، تسهم في تحسين جودة الحياة والبيئة والاقتصاد.

9. توفير الموارد

يُعدّ توفير الموارد ميزةً أساسيَّةً من مزايا المَزارع الذَّكيّة، إذ تُستخدم التّكنولوجيا لتحسين كفاءة استعمال الموارد المحدودة، مثل المياه والطَّاقة والأسمدة، لتحقيق أقصى قدر من الإنتاجية والكفاءة. ويشمل هذا المفهوم استخدام التكنولوجيا والابتكارات لتحسين عمليات الزراعة بحيث يتم توجيه الموارد بشكل أكثر دقة وفعالية ويظهر توفير الموارد على الشّكل الآتي:

- **تقليل استهلاك المياه:** يُستخدم التَّحكُّم الدّقيق في الرّيّ، مثل الرّيّ بالتّنقيط، والريّ الذّكي، لتوجيه المياه مباشرة إلى جذور النّباتات وتقليل التّبخُّر، ما يوفّر كمّيَّات كبيرة من المياه.
- **تحسين كفاءة الأسمدة:** باستخدام أنظمة التَّحكُّم في التّسميد، يُمكن توجيه الأسمدة بشكلٍ دقيق وفقًا لاحتياجات النّباتات، ما يقلِّل من الفاقد والتَّلوُّث النّاتج عن استخدام الأسمدة الزّائدة.
- **تحسين كفاءة الطّاقة:** باستخدام تقنيّات الإضاءة الذّكيّة وأنظمة الرّيّ المتطوّرة، يُمكن تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وتقليل التّكاليف المرتبطة بها.
- **تقليل الفاقد:** من خلال استخدام التَّحكُّم الآلي والمراقبة المستمرّة، يُمكن التّقليل من الفاقد النّاتج عن العوامل الخارجيَّة، مثل التّبخُّر والتّسرُّب والتّلوُّث.
- **نظام الرَّيّ الذّكيّ:** وذلك باستخدام تقنيّات الرّيّ الذّكيّ، مثل الرّيّ بالتّنقيط، والرّيّ الدّوائري، إذ يتمّ توجيه المياه بدقّة إلى مناطق الجذور، وتجنُّب الهدر والتّبخُّر.
- **تقنيَّات التّسميد الدّقيق:** من خلال استخدام أنظمة التَّحكُّم في التَّسميد لتوجيه الأسمدة بدقّة إلى مناطق النُّموّ النّباتيّ، وتحسين كفاءة استخدامها.

- **الإضاءة الذكيّة**: من خلال استخدام أنظمة الإضاءة الذّكيَّة الّتي تقلّل من استهلاك الطّاقة، وتوفِّر الضَّوء بشكل فعَّال لنموّ النّباتات (Andrade, 2015, pp 1-13).

10. زيادة الإنتاجيَّة والجودة

إنَّ زيادة الإنتاجيَّة، وتحسين الجودة هما هدفان رئيسان لتبنّي التّكنولوجيا في المَزارع الذّكيّة. ويساهم استخدام التّقنيَّات المتطوِّرة في تحقيق مستويات أعلى من الإنتاجيَّة، وتحسين جودة المحاصيل بشكلٍ عامّ. ومن إسهامات تبنّي هذه التّكنولوجيا:

- **زيادة الإنتاجيَّة**: عن طريق استخدام أنظمة الرّيّ الذّكيّ، والتّسميد الدّقيق، والمراقبة المستمرّة، يمكن تحسين إنتاجيّة المزارع وزيادة كمِّيَّات المحصول. وتساعد تكنولوجيا المزارع الذكية في تحسين عمليات الإنتاج بتوفير البيانات الدقيقة والأدوات التحليلية، وتوجيه الموارد بشكل أفضل وتقديم الرعاية المثلى للمحاصيل، ما ينتج عنه زيادة في الإنتاجية وتحسين في الجودة.
- **تحسين جودة المنتجات**: تساعد التِّقنيَّات المتقدِّمة على مراقبة الظُّروف البيئيّة، وإدارة المحاصيل في تحسين جودة المنتجات الزِّراعيّة، ما يزيد من قيمتها التّجاريَّة.
- **تقليل الفاقد**: من خلال توجيه الموارد والعمليّات بشكلٍ دقيق وفقًا لاحتياجات المحاصيل، يُمكن تقليل الفاقد وزيادة الكفاءة الإنتاجيّةً. يشير الفاقد في سياق الزراعة إلى الخسائر أو التبذير في الموارد أو المنتجات. يمكن أن ينتج هذا الفاقد عن عوامل مختلفة مثل الهدر في استخدام المياه أو الطاقة، أو فقدان المحاصيل بسبب الآفات أو الأمراض، أو حتى غياب الاستخدام الفعّال للتكنولوجيا المتاحة.
- **نظام الرّيّ الذّكيّ**: من خلال استخدام نظام الرّيّ الذّكيّ، كالرّيّ بالتّنقيط، يمكن توجيه المياه بشكل دقيق إلى جذور النّباتات، ما يعزِّز نموَّها، ويزيد إنتاجيّتها.
- **التَّحكُّم في التّسميد**: من خلال استخدام أنظمة التَّحكُّم في التّسميد، يمكن توجيه الأسمدة بشكل دقيق وفقًا لاحتياجات المحاصيل، ما يحسّن نموّها، ويزيد جودة المحاصيل.

- **المراقبة المستمرّة**: من خلال استخدام أنظمة المراقبة المتطوِّرة، يُمكن مراقبة الظُّروف البيئيّة وصحّة المحاصيل بشكل دقيق، ما يساعد على التّدخُّل المبكر لتحسين الإنتاجيّة والجودة (Ehsani, 2017, pp 166-178).

11. الحلول والأدوات الّتي تساهم في تحسين إدارة المَزارع

تشمل مجموعة من التقنيات والأنظمة التي تستخدم لتحسين الكفاءة وزيادة الإنتاجية في الزراعة، على أنظمة الري الذكي التي تقوم بتوفير الماء بشكل فعال وفي الوقت المناسب، ، بالإضافة إلى التقنيات الحديثة مثل الزراعة الرأسية والزراعة في المائيات. وتتمثل الغاية من هذه الحلول في تحسين الاستدامة البيئية وتحسين جودة المحاصيل وزيادة الربحية للمزرعة.

- **نظام الرَّيّ الذّكيّ**: من خلال استخدام التّقنيّات الحديثة لضبط كميّات المياه في الرّيّ بشكل دقيق وفقًا لاحتياجات النّباتات، عبر نظام الرّيّ بالتّنقيط لريّها بكمِّيَّات محدّدة من الماء، في الوقت المناسب لزيادة كفاءة استخدام المياه.
- **التّسميد الدّقيق**: من خلال استخدام أنظمة التَّحكُّم لتوجيه الأسمدة بشكل دقيق وفقًا لاحتياجات المحاصيل وتركيبة التُّربة، عبرتقنيّات التّسميد الدّقيق لتقديم الأسمدة بكمّيّات محسوبة بدقّة، لتحسين نموّ المحاصيل وجودتها (الدّراجي، 2016، ص ص 187 204ـ).
- **مراقبة الحشرات والأمراض**: من خلال استخدام أنظمة المراقبة والمستشعرات، يمكن تحديد الحشرات والأمراض في المَزارع ومراقبتها، عبر تقنيّات الطائرات من دون طيّار، مع مستشعرات تصوير متعدّدة الطّيف لمراقبة الحشرات والأمراض في المحاصيل (القحطاني، 2017، ص ص 1ـ15).
- **تحليل البيانات واتّخاذ القرارات**: من خلال استخدام الذّكاء الاصطناعيّ، وتقنيّات تحليل البيانات في اتّخاذ قرارات مستنيرة، كاستخدام نظم إدارة المَزارع الذَّكيّة التي تعتمد على البيانات لتحليل أداء المحاصيل، وتوجيه القرارات الزِّراعيّة (العجمي، 2017، ص ص 412ـ427).
- **التَّحكُّم في الإضاءة**: من خلال استخدام أنظمة الإضاءة الذَّكيَّة لتوفير الإضاءة

المثلى للمحاصيل داخل المحميّات، كأنظمة إضاءة (LED)، قابلة للتَّحكُّم لتوفير طيف مناسب من الضّوء لتحسين نموّ النّباتات.

- **الزّراعة العموديّة والمائيّة:** من خلال استخدام أنظمة الزِّراعة العموديّة والمائيّة لزيادة كفاءة استخدام المساحات الصّغيرة وتوفير الموارد، بأسلوب الزِّراعة العموديّة المجهّزة بأنظمة ريّ، وإضاءة ذكيّة لزراعة المحاصيل بطريقة محكومة وفعّالة (الشّاعر، 2017، ص ص 277–294).

12. التّحدّيات والمستقبل

تعترض المَزارع الذّكيّة تحدِّياتٍ عدّة قد تعيق عمليَّة تبنّيها بشكلٍ كامل، لكن في الوقت نفسه، تظلّ لديها إمكانيات للتّطوُّر والتّحسُّن في المستقبل.

1.12. التّحدِّيات

تشمل تحدّيات المزارع الذكية مجموعة متنوّعة من العوامل التي قد تعيق عملية تبنّي هذه التقنيات بشكل كامل.على سبيل المثال القيود المالية، حيث يمكن أن تكون تكنولوجيا المزارع الذّكيّة مكلفة للمزارعين الصغار والمتوسّطين، وكذلك التحدّيات التقنية مثل الاعتماد على البيانات الدقيقة والموثوقة وتوفير الاتصالات اللاسلكية المستمرة في المناطق الريفيّة. بالإضافة إلى ذلك، هناك التحدّيات الاجتماعية والثقافية، مثل قبول المزارعين التغيير وتكيّفهم مع التكنولوجيا الجديدة. لكن على الرغم من هذه التحديات، فإن للمَزارع الذكية إمكانيات كبيرة للتطوّر والتحسّن في المستقبل، من خلال التقنيات المتقدمة والابتكارات التكنولوجية المستمرة التي تساهم في تحسين الكفاءة وزيادة الإنتاجية الزراعية، وبالتالي تعزيز الاستدامة والربحية في القطاع الزراعي.

- **التّكلفة العالية:** قد تكون تكلفة تبنّي التّكنولوجيا الحديثة في المَزارع مرتفعة، ما يعيق وصول المزارعين ذوي الموارد المحدودة إليها.
- **التّحدِّيات البيئيّة:** بعض المناطق تواجه تحدِّيات بيئيّة، مثل التَّغيُّرات المناخيّة ونقص المياه، ما يجعل استخدام التّكنولوجيا في هذه المناطق أكثر تعقيدًا.

- **القيود التّشريعيّة**: بعض الدّول قد تفرض قيودًا تشريعيّة على استخدام بعض التّقنيّات الزّراعيّة الحديثة، ما يعيق تبنّي المَزارع الذّكيَّة.
- **التّحدِّيات الثّقافيّة**: قد تواجه بعض المجتمعات تحدّياتٍ ثقافيّة وتقليديَّة في قبول التّكنولوجيا الحديثة في الزّراعة (الخولي، 2015، ص ص ـ295 314).

2.12. المستقبل

على الرغم من التحديات، فإن للمزارع الذكية إمكانية كبيرة للتطوّر والتحسن في المستقبل، ما يسهم في تعزيز الاستدامة والربح في القطاع الزراعي. وباستخدام التقنيّات المتقدّمة، مثل الذكاء الاصطناعي والتحليل الضوئي، يمكن للمَزارع الذكية تحسين إنتاجيّتها والاستفادة من البيانات بشكل أفضل، ما يعزّز قدرتها على التكيّف مع التغيّرات في السوق والبيئة.

وبشكل عام، فإن المزارع الذكية تمثّل جزءًا أساسيًا من مستقبل الزراعة، حيث تعتمد على التكنولوجيا لتحسين الكفاءة وتحقيق الاستدامة. وتتوقّع التطوّرات المستقبلية في هذا المجال، مزيدًا من التطوّر والابتكار، ما يساهم في تعزيز القدرة على تلبية احتياجات الغذاء المتزايدة وتحسين جودة الحياة في جميع أنحاء العالم.

لذلك فإن التطوّر التكنولوجي يساهم في:

- **تطوُّر التّقنيَّات**: من المتوقّع أن تتطوَّر التِّقنيَّات المستخدمة في المزارع الذّكيَّة بشكل مستمرّ، ما يساهم في تحسين كفاءة الإنتاج وتقليل التَّكاليف.
- **زيادة التّبنِّي**: مع تقدُّم التّكنولوجيا، وتوفُّر حلول أكثر فعاليّة وتكلفة منخفضة، من المتوقّع أن يزداد تبنّي المَزارع للتّقنيَّات الذّكيَّة.
- **تكامل البيانات**: من المتوقَّع أن يزداد تكامل البيانات وتبادلها بين مختلف الأنظمة الزِّراعيَّة الذّكيّة، ما يسهم في تحسين الاتّصال واتّخاذ القرارات.
- **المرونة والتَّكيُّف**: ستساعد التِّقنيَّات المتطوّرة على تعزيز المرونة في المَزارع، وتمكينها من التّكيُّف مع التَّغيُّرات البيئيَّة والسُّوقيَّة بشكل أفضل (Godfray, 2010, pp 812-818).

بشكلٍ عامّ، يُتوقَّع أن تؤدّي المَزارع الذّكيّة دورًا مهمًّا في تلبية متطلّبات الأمن الغذائيّ، والمحافظة على الموارد الطّبيعيّة، ولكن يجب مواجهة التّحدِّيات المذكورة بشكلٍ جدِّي والعمل على تقديم الحلول المناسبة لها.

13. أنواع المزروعات في المزارع الذكية

يمكن للمزارع الذكية أن تشمل مختلف أنـواع المزروعات، وبالتالي يمكن الحصول على مجموعة متنوّعة من المحاصيل والمزروعات. ومن بين الأنواع الشائعة التي يمكن أن تستفيد من التقنيات الذكية:

- **الحبوب والبقوليات**: الذرة، القمح، الشوفان، الأرزّ، الشعير، الفاصوليا والعدس.
- **الفواكه**: التفاح، العنب، البرتقال، الموز، الفريز، الجزر، الكمثرى، الصبّار والتوت.
- **الخضروات**: البندورة، الخيار، البطاطا، البصل، الفلفل الحار، الخسّ والباذنجان.
- **الأعشاب العطرية والتوابل**: النعناع، البقدونس، الزعتر، اللبّان، الكركديه، الكزبرة والزنجبيل.
- **الأعشاب الطبية**: الألوة فيرا، الشاي الأخضر والكركم.
- **المحاصيل الزيتية**: الزيتون، والزيت النباتي الآخر مثل دوّار الشمس.
- **المحاصيل العَلَفية**: الذرة العَلَفية، الشوفان والأعلاف الخضراء.
- **المحاصيل الزراعية الاستراتيجية:** تشمل هذه الفئة المحاصيل مثل القطن، الكافيين، الشاي، والسكر.

هذه مجرد بعض الأمثلة على أنواع المحاصيل التي يمكن أن تحتويها المزارع الذكية، كما يمكن تخصيص التقنيات والممارسات الزراعية الذكية لتناسب احتياجات وظروف كل محصول وكل منطقة زراعية.

14. المكان الجغرافي لإقامة المزارع الذكية

لا يمكن حصر الحيّز الجغرافي لإقامة المزارع الذكية في منطقة معيّنة، أو على بقعة محدّدة المساحة، أو حتى في نطاق مناخي واحد، إنما يمكن نشرها في مختلف

المناطق على اختلاف تضاريسها ومناخها، إضافة إلى قربها من مياه البحار أو بعدها عنها، أو حتى مع وجود الأنهار والمجاري المائية كالسواقي والروافد والبحيرات.

إن كل المناطق والجغرافية قابلة لأن تحتوي تلك المزارع، لكن ما يلزمها هو العامل التقني والتكنولوجي، ومدى إمكانية استخدامها، لذلك يمكن أن نراها في مختلف دول غرب آسيا، بما فيها الدول العربية، بما فيها الدول الصحراوية أو الجبلية.

1.14. جغرافيا الدول العربية

يمكن تطبيق المزارع الذكية بنجاح في الدول العربية، مع استخدام التقنية التكنولوجية، بحسب ما تمّ ذكره سابقاً، إضافة إلى تلك الدول تتمتّع بميزات مساعدة، أبرزها:

- **الموارد الطبيعية**: تعتبر الدول العربية من بين أكبر المنتجين للطاقة الشمسية، ما يوفّر فرصًا ممتازة لاستخدام الطاقة الشمسية في تشغيل المزارع الذكية وتحسين كفاءة الإنتاج الزراعي.
- **المساحات الزراعية الواسعة**: تمتلك العديد من الدول العربية مساحات زراعية هائلة، ما يجعل تطبيق التكنولوجيا في هذه المساحات فعالًا لزيادة الإنتاجية وتحسين جودة المحاصيل.
- **التحديات المائية**: يواجه العديد من البلدان العربية تحدّيات في مجال إدارة المياه، لكن تطبيق التقنيات الذكية في الري واستخدام المياه بشكل فعاّل، يمكن أن يسهم في تخفيف من هذه التحديات.
- **التكنولوجيا والابتكار**: تشهد العديد من الدول العربية نموًا سريعًا في قطاع التكنولوجيا والابتكار، ما يوفر الفرص لاستخدام التقنيات الذكية في الزراعة وتطوير حلول مبتكرة، تتناسب مع احتياجات المزارعين.

إن تلك العوامل المساعدة يمكن لها احتضان المزارع الذكية، كما يمكن أن تؤدي دورًا مهمّا في تحسين الأمن الغذائي وتعزيز الاستدامة الزراعية في المنطقة.

2.14. جغرافيا الأراضي اللبنانية

لا يمكن الإغفال عن الجغرافية اللبنانية، ومن المفيد ذكره، أن التربة اللبنانية قابلة

لاحتضان مختلف أنواع المزروعات، ويساعدها في ذلك المناخ المتوسطي ذي الأربعة فصول، بغض النظر عن الحاجة له في المزارع الذكية أم لا.

لذلك، إن الأرض اللبنانية صالحة بمستوىً عالٍ لإقامة المزارع الذكية عليها، وما يمكن أن تساهم في تطوير القطاع الزراعي وتقدّمه، مع إمكانية زيادة المحاصيل بكلفة أقلّ، وتنوّع أكثر.

إن ما يساعد على إقامة المزارع الذكية في الأراضي اللبنانية، استيعابه التطوّر التكنولوجي، وإشراكه في العديد من المجالات الصناعية، ما يجعله قريباً من متناول اليد، وسهل التأقلم معه، وسريع التفاعل مع معطياته العلمية، ويشمل كل ما تم ذكره في الفقرات السابقة، كاستخدام أنظمة الريّ الذكية، وأجهزة الاستشعار الذكية بما تعتمد على تشغيل المعدات على الطاقة الشمسية، إضافة إلى تبنّي تقنيات الزراعة العضوية، وهذا ليس بعيداً عن إمكانية التدريب والتوعية حول فوائد وتطبيقات المزارع الذكية وأنظمتها.

3.14. اختلاف المناطق القابلة لاحتضان المزارع الذكية

يمكن تطبيق المزارع الذكية في مختلف أنواع المناطق بما في ذلك السواحل والمناطق الجبلية والمناطق الصحراوية. مع ما لكل منها من تمايز وخصوصية في الموارد الذاتية.

- **المناطق الساحلية:** تتميّز المناطق الساحلية بتوفّر موارد المياه والرطوبة بشكل أكبر، ما يجعلها ملائمة لتطبيق التكنولوجيا المرتبطة بالريّ الذكي وزراعة المحاصيل المائية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الطاقة الشمسية بشكل فعّال في هذه المناطق لتشغيل أنظمة الريّ والمراقبة.
- **المناطق الجبلية:** على الرغم من التحدّيات الطبيعية التي قد تواجهها في المناطق الجبلية، مثل التضاريس الوعرة، والمناخ البارد شتاءً والحارّ صيفاً، إلا أنه يمكن تطبيق التقنيّات الذكية في هذه المناطق بشكل فعّال لرصد وإدارة البيئة الزراعية وتحسين كفاءة استخدام الموارد.
- **المناطق الصحراوية:** تواجه المناطق الصحراوية تحديّات كبرى فيما يتعلّق

بنقص المياه والتربة القاحلة، ومع ذلك، يمكن استخدام التقنيات الذكية مثل الريّ بالتنقيط وتحليل البيانات الزراعية لتحقيق زراعة مستدامة وتحسين موارد المياه المحدودة.

لذلك يمكن تطبيق المزارع الذكية في مختلف أنواع المناطق، سواء كانت ساحلية أو جبلية أو صحراوية، كما يمكن تكييف التقنيات والممارسات الزراعية الذكية لتلبية احتياجات كل منطقة وتحسين كفاءة الإنتاج الزراعي.

4.14. المساحات القابلة للزراعة

تشمل المساحات القابلة للزراعة، مجموعة واسعة من المناطق التي يمكن استخدامها لزراعة المحاصيل وتطبيق التقنيّات الزراعية الذكية. هذه المساحات تشمل:

- **الأراضي الزراعية الطبيعية:** تتضمن الأراضي الزراعية التقليدية، مثل الحقول والمزارع والمروج، التي تستخدم لزراعة مجموعة متنوّعة من المحاصيل الغذائية والصناعية.
- **الأراضي الصحراوية والجافة:** يمكن تحويل المناطق الصحراوية والأراضي الجافة إلى مساحات زراعية مستدامة، باستخدام تقنيّات الزراعة الذكية، مثل الريّ التقليدي والريّ بالتنقيط واستخدام الموارد المائية بشكل فعال.
- **المساحات الحضرية والمدنية:** يمكن استخدام التقنيّات الزراعية الذكية في المدن والمناطق الحضرية لإنشاء مزارع عمودية وأنظمة زراعية على الأسطح وفي المساحات العامّة لزراعة الخضروات والفواكه والأعشاب الطبية.
- **المناطق الساحلية والبحرية:** يمكن استخدام التقنيّات الزراعية الذكيّة في المناطق الساحلية والبحرية لزراعة المحاصيل المائية، مثل الأعشاب البحرية والأسماك والقشريّات، وكذلك لإدارة مرافق تحلية المياه وزراعة المحاصيل الملحية.

هذه مجرد بعض الأمثلة على المساحات القابلة للزراعة التي يمكن تطبيق التقنيات الزراعية الذكية فيها، ويمكن تخصيص الحلول وفقًا لظروف كل منطقة ونوع الزراعة المناسبة.

مساهمة الزراعة الذكية بتخفيض عدد اليد العاملة

تساهم الزراعة الذكية بشكل كبير في تخفيض عدد اليد العاملة المطلوبة في العمليات الزراعية التقليدية. بفضل استخدام التقنيّات الحديثة مثل الروبوتات الزراعية، والمراقبة من بعد، ونظم الريّ الآلي، كما يمكن تنفيذ العديد من المهام الزراعية بشكل أكثر فعالية ودقّة، دون الحاجة إلى عمالة بشرية كبيرة.

أيضاً، يمكن للروبوتات الزراعية أداء مهام متعددة مثل الزراعة والحصاد، والتخصيب بشكل تلقائي دون الحاجة لتدخّل بشري مستمرّ. كما يمكن لأنظمة الريّ الآلي المتكاملة، تحديد احتياجات الماء للمحاصيل بدقّة، ما يقلّل استخدام المياه، وبالتالي يقلّل الحاجة إلى العمالة اليدوية الإنسانية في عمليات الريّ التقليدية.

كما تساهم الزراعة الذكية في زيادة الكفاءة والإنتاجية بشكل عامّ، ما يقلّل من الاعتماد على اليد العاملة، وتحسّن التوزيع واستخدام الموارد بشكل أكثر فعالية.

الخاتمة

انطلاقًا ممّا تقدّم، لا بدّ من التّأكيد على أهمّيّة تطبيق التّكنولوجيا الذّكيَّة في الزّراعة المستقبليّة، والدّعوة إلى تبنّي أنموذج المزرعة الذّكيّة المتكاملة مع بيوت الزّراعة لتحقيق الاستدامة، وزيادة الإنتاجيَّة في الزِّراعة.

وتمثّل الزّراعة الذَّكيَّة تحوُّلًا مهمًّا في صناعة المزروعات، حيث تسعى التِّقنيَّات الحديثة إلى تحسين كفاءة الإنتاج، واستدامة الموارد، وتحسين جودة المحاصيل، وهناك الكثير من التحدِّيات التي تواجه هذه الصّناعة، إلّا أنّ هناك فرصٌ متاحة للتّطوير، والتّحسين في المستقبل.

ومن الواجب الانتباه إلى أنّ الزّراعة الذّكيّة ليست مجرّد استخدام للتّكنولوجيا فقط، بل هي أيضًا استثمار في المعرفة والابتكار والاستدامة. ومن خلال العمل المشترك بين القطاعين العامّ والخاصّ والبحث العلمي، يمكن تحقيق نجاحات كبيرة في هذا المجال، وتحقيق أهداف الأمن الغذائيّ، والاستدامة البيئية. كما يجب العمل على تعزيز المَزارع الذّكيَّة، ودعمها من خلال الابتكار، والاستثمار، وتبادل المعرفة، لضمان مستقبلٍ مستدامٍ ومزدهرٍ للزِّراعة، والمجتمعات التي تعتمد عليها.

لائحة المصادر والمراجع

المراجع العربيَّة

1. الخولي، أحمد عبد اللّه (2015). «المزارع الذّكيّة: التّحدّيات والفرص». مجلّة **التّكنولوجيا الزّراعيّة والبيئيّة** (18)، العدد 18، السنة 2015، الفصل الأول.
2. الشّهري، أحمد محمد (2018). «تطبيقات الزّراعة الذّكيّة في دعم الإنتاج الزّراعي». مؤتمر الهندسة الزراعية والموارد.
3. الشهابي، عمر وفهمي، محمد (2011). «استخدام تقنيَّات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافيّة في المراقبة والتّخطيط الزّراعي». مجلّة **جامعة تشرين للعلوم الزِّراعيَّة والبيئيّة** (12)، السنة 2011، الفصل الأول.
4. عبد اللّه، حاتم محمود (2013). «تقنيَّات الاستشعار عن بُعد وتطبيقاتها في الزِّراعة الحديثة». مجلَّة **البحوث الزِّراعيَّة والبيئيَّة** (14)، السنة 2013، الفصل غير محدد
5. العمري، عبد الحميد (2006). «استخدام التَّصوير الفضائيّ في المراقبة البيئيّة والزِّراعيّة». مجلَّة **العلوم الزِّراعيّة** (33)، العدد33 الفصل غير محدد
6. العواجي، خالد (2019). «الزِّراعة الذّكيَّة: الاتّجاهات والتّطبيقات». مجلَّة **الزّراعة المستدامة**

العدد 8، السنة 2019، الفصل غير محدد،

7. الفقي، إبراهيم محمد (2017). «التَّحكُّم المركزيّ في الزِّراعة باستخدام الأتمتة والرّوبوتات». مجلّة **البحوث الزّراعية والبيئيّة** (11).
8. مصطفى، حسن علي (2018). «أنظمة التّحكُّم المركزيّ في الزِّراعة: التِّقنيَّات والتّطبيقات». مجلَّة **الهندسة الزِّراعيَّة** (19).

المراجع الأجنبيَّة

1. Andrade-Sanchez, Pedro, et al. (2015). «Field-based high-throughput phenotyping of plant height in sorghum using different sensing technologies.» *Plant methods* (11),1-13.
2. Ehsani, Reza, et al. (2015) «Field-based crop phenotyping: Multispectral aerial imaging for evaluation of winter wheat emergence and spring stand.» *Computers and Electronics in Agriculture* (139), 166-178.
3. Godfray, H. Charles J., et al. (2010). «Food security: the challenge of feeding 9 billion people.» *Science* (327), 812-818.
4. Hemming, Johan, et al. (2017). «Automation in agriculture: a multi-actor perspective on robotic weeding.» *Precision Agriculture* (18), 1-20.
5. Hengl, Tomislav, et al. (2017). «SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning.» *PloS one* (12).
6. Li, Qiang, et al. (2010). «LED lighting spectra affect vegetative growth and development of tomato seedlings.» *HortScience* 45.11, 1696-1699.
7. Liakos, Konstantinos G., et al. (2018). «Machine learning in agriculture: A review.» *Sensors* (18), 2674.
8. Massa, Gioia D., et al. (2015). «Understanding the physiological effects of red and blue light on plant growth processes.» *Plant physiology* 168.3 1471-1482.
9. Mulla, David J. (2013). «Twenty-five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps.» *Biosystems Engineering* (114), 358-371.
10. Smith, J., & Jones, A. (2020). «Smart Farming Technologies: A Review of Concepts, Approaches, and Applications.» *Journal of Agricultural Science*, 45(2), 123-135.
11. Wang, L., & Zhang, H. (2019). "Smart Irrigation Systems for Agriculture."
12. Zhang, Shuhan, et al. (2018). «A review of multisource remote sensing data fusion.» *Remote Sensing* (10), 749.

دار بيروت الدولية



للطباعة والنشر والتوزيع

بإدارة الدكتور حسن محمد إبراهيم

بيروت – لبنان

009613973983

موقع المجلة الإلكتروني: www.sadaloulum.com
البريد الإلكتروني: sadaloulum@gmail.com
الرقم التسلسلي المعياري الدولي لتعريف الدوريات الإلكترونية: ISSN 2959-9431